

황색증 잎담배의 칼륨결핍증에 관한 연구  
(질소 및 칼륨시비수준에 따른 연초기관부위별 질소와  
칼륨함량의 상호관계)

홍 순 달·이 윤 환·김 재 정\*

한국인삼연초연구소 경작시험장  
충북대학교 농과대학\*

A STUDY ON POTASSIUM DEFICIENCY SYMPTOMS OF FLUE-CURED  
TOBACCO. (INTERRELATIONSHIP OF NITROGEN AND POTASSIUM  
CONTENT IN DIFFERENT POSITION OF VEGETATIVE ORGAN APPLIED  
WITH DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN AND POTASSIUM  
FERTILIZER)

Soon Dal Hong, Yun Hwan Lee and\* Jai Joung Kim

*Agronomy Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute,  
Suweon, Korea*

*\*Coll. of Agr. Chung-buk National Univ. Cheong Ju, Korea*

*(Received for Publication, October 10, 1984)*

---

Abstract

Symptoms of potassium deficiency were studied with flue-cured tobacco (N.C 2326) which had been applied with several levels of nitrogen and potassium fertilizer at 7, 10, and 13 Kg N/10a, and 15, 20, and 25Kg K<sub>2</sub>O/10a, respectively.

The distributions of T-N, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, and K contents in 18 leaves from the bottom to the top stalk position were investigated at 63 days after transplanting.

The T-N content in the different stalk positions was increased from the bottom to the top; however, vice versa in K content. As increasing the application levels, the increasing rate of the T-N content in the different leaf fractions were similar to those of rib and laminae. On the contrary, the rates of K content in the rib were higher than that of laminae and in the bottom than the top stalk position. Those indicated that the unbalance of nitrogen and potassium contents in the leaves came to maximum in the laminae of the top stalk position and was possibly affected by the application level of nitrogen rather than potassium. The T-N content in the laminae was higher than that of the rib. However the K

and  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents in the laminae were significantly lower than those of the rib. Therefore the  $\text{K}^+$  uptake by tobacco was thought to be accompanied with  $\text{NO}_3^-$  and transported smoothly up to the rib, but not from the rib to the laminae where assimilation materials were accumulated.

Distribution of inorganic components in the different positions of vegetative organ were also investigated at 60 days after transplanting. The T-N and  $\text{P}_2\text{O}_5$  contents were in order as; top > middle > bottom of the stalk and the stalk position, and laminae > vein > midrib of leaf fraction, however vice versa in K content of the stalk position and leaf fraction. In addition distributions of CaO and MgO contents in the each leaf fraction were resemble to that of the T-N content. On the contrary, the distributions of the CaO and MgO contents in the different stalk positions were similar to that of the K content.

## 서 론

## 재료 및 방법

칼륨작물이라 일컬어지는 잎담배에서 칼륨비료의 중요성은 이미 잘 알려진 사실이다.<sup>3)10)12)17)</sup> 이러한 칼륨비료의 중요성에 비추어볼때 황색종에서 적심기를 전후한 생육후기에 칼륨결핍증상을 나타낸다는것은 칼륨비료의 효율적인 이용면에서 다시 검토되어야 할것으로 생각된다. 황색종에서 칼륨비료의 비효증진방안으로 1980년도부터 시험을 수행하여 얻어진 결과에서 칼륨비료를 분시하는 방법, 칼륨비료를 완효성화하여 사용하는 방법, 초목회시용방법 및 2% 질산용액의 엽면시비방법등은 관행의 연초용복합비료를 사용한것보다 엽중의 칼륨함량을 다소 증가시키고 엽중  $\text{N}/\text{K}_2\text{O}$  ratio를 낮게하며 육안적인 칼륨결핍증상을 다소 경미하게 한다는 결과를 얻었다.<sup>7)</sup> 또한 엽위별 질소와 칼륨함량은 서로 상반되어 질소함량은 상엽 > 중엽 > 하엽의 순인데 반하여 칼륨함량은 하엽 > 중엽 > 상엽의 순으로 상엽에서 질소와 칼륨함량의 불균형이 가장 심하여서 즉  $\text{N}/\text{K}_2\text{O}$  ratio가 가장 컸으며 이러한 불균형은 복합비료의 사용량이 증가하므로써 질소의 사용량이 증가되면서 더욱 현저하다는 결과를 얻었다.<sup>8)9)</sup> 이와같은 결과에서 연초의 칼륨결핍증은 엽중의 칼륨함량의 절대량부족에서 보다는 상대적인 질소함량과의 불균형에서 기인되는 것으로 판단되어 질소와 칼륨의 시비수준을 달리하여 연구 검토한 결과를 보고하는바이다.

공시품종은 NC2326 이었고 시험포장은 한국인삼연초연구소 경작시험장에서 1982년도에 실시하였다. 처리내용은 질소시용량을 7 kg, 10 kg, 13 kg/10a의 세수준으로, 칼륨시용량을 15 kg, 20 kg, 25 kg/10a의 세수준으로 하여 질소원은 요소와 인산제 2 암모니아, 인산원은 인산제 2 암모니아, 그리고 칼륨원은 황산칼륨을 각각 사용하였다. 연초재배는 엽수가 7~8매인 균일한 묘를 휴주간거리 90 cm × 45 cm로 처리구당 60주 (24.3㎡)씩 4월 2일 이식하여 황색종재량멸칭 표준재배법에 준하였다. 식물체분석시료는 엽위별로 나누어 (상엽: 정상엽으로부터 6매엽까지, 중엽: 정상으로부터 7매~12매엽까지, 하엽: 정상으로부터 13매~18매엽까지) 80℃에서 건조한 후 35mesh에 통과하도록 분쇄하여 분석시료로 하였다. 식물체분해는 황산-살리실산 혼합액과 과산화수소를 첨가하여 분해시킨 여액으로 질소는 킬달법, 인산은 암모니움바나메이트비색법, 그리고 K, Ca, Mg은 원자 흡광 분광광도계로 측정하였다. 또한  $\text{NH}_4\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3\text{-N}$  분석용시료는 식물체를 고주파 건조기에서 10분 이내에 급속건조하여 분쇄한것을  $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 이온전극법의 nitrate 침출액 (용액 1ℓ에 Boric acid, 1.28g, Aluminium Sulfate 17.32g, Silver Sulfate 3.43g 및 Sulfamic acid 2.52g 함유)으로 30분간 진탕한후에 여과한 여액

을 nitrate 전극으로 측정하였고 NH<sub>4</sub>-N은 물로 1 시간동안 진탕침출하여 여과한 여액을 암모니아전극으로 측정하였다.<sup>1)2)</sup>

### 결과 및 고찰

표 1에서 공시토양의 이화학성은 토성이 미사질식양토이었고 pH가 5.6으로 우리나라 밭토양평균치<sup>15)</sup>와 유사하였으며 치환칼륨과 양이온치환용량이 각각 0.44, 14.8me/100g로 우리나라 밭토양평균치<sup>15)</sup> 보다는 높은 경향이였다. 또한 칼륨포화도는 약 3.0%로서 Bear 등이<sup>4)</sup> 제시한 칼륨적정포화도인 5%보다는 낮았다.

질소시비수준 7kg와 13kg/10a에 대한 칼륨시비수준 15kg와 25kg/10a의 4개 처리에서 이식후 63일째에 정상엽에서부터 18매엽까지 전착엽위치에 대한 엽중칼륨과 질소함량을 그림 1에 나타냈다.

시비수준에 따른 전엽위의 칼륨함량은 질소를 7kg/10a 사용한 경우 칼륨시용량을 15kg/10a에서 25kg/10a로 증시하였을때 엽육에서는 거의 증가되지않고 엽맥에서만 증가하였던 반면 질소를 13kg/10a로 증시한 경우에는 칼륨을 증시함에 따라 엽육과 엽맥 모두 증가하였으며 그 증가정도는 질소를 7kg/10a 사용한것보다 13kg/10a 사용했을때 엽육보다 엽맥에서 현저하였다. 이와같은 결과에서 칼륨비료의 증시에 따른 엽중칼륨함량증가는 엽육보다 엽맥에서 현저함을 알수있고 또한 칼륨의 흡수는 질소시용량의 증가에 따라 다소 조장됨을 알수 있다. 그러나 칼륨결핍증상이 나타나는 엽육부위에서 질소증시에 따른 칼륨함량의 증가정도는 질소함량증가정도보다 적어서 질소와 칼륨의 불균형을 감소시키지 못하였다.

칼륨함량의 엽위별분포는 질소를 7kg/10a 사용한 경우 엽육에서는 칼륨을 15kg/10a 사용한것이나 25kg/10a 사용한것이나 모두 상, 하엽위간에 큰차이를 나타내지 않았으나 엽맥에서는 하엽으로갈수록 다소 많은 경향이였다. 그러나 질소를 13kg/10a 사용한 경우에는 엽육과 엽맥 모두 하엽으로 갈수록 많은 함량을 나타냈으며 이러한 경향은 칼륨을 15kg/10a 사용한것보다 25kg/10a 사용했을때 현저하였고 또한 엽육보다는 엽맥에서 뚜렷하였다. 그리고 엽부위간의 칼륨함량분포는 각각의 칼륨시비수준에서 엽맥이 엽육보다 약 3배정도 높은 함량을 보였다.<sup>8)</sup> 반면에 질소함량의 엽위별분포는 칼륨함량의 분포와 상반되어 하엽에서 상엽으로 갈수록 현저하게 증가하였고 엽부위간에서도 엽맥보다 엽육에서 더 많았다. 또한 질소를 7kg/10a에서 13kg/10a로 증시함에 따라 엽육과 엽맥 모두 질소함량은 뚜렷이 증가하였으나 칼륨시비 수준에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다.

상기와 같이 엽위 및 엽부위간에 질소와 칼륨의 상반되는 함량분포는 즉 엽위별 질소함량은 하엽에서 상엽으로 갈수록 또한 엽맥보다 엽육에서 높았던 반면 칼륨함량은 상엽에서 하엽으로 갈수록 또한 엽육보다 엽맥에서 높았다. 따라서 상엽에서는 질소와 칼륨함량의 불균형이 가장 심하여 N/K<sub>2</sub>O ratio가 가장 높은 원인이 되었고 육안적인 칼륨결핍증상도 상엽의 엽육에서부터 나타나는 것과 일치됨을 확인했다.<sup>7)</sup>

표 2에서 엽중의 질소를 NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N로 나누어 비교해볼때 엽중의 NO<sub>3</sub>-N 함량은 NH<sub>4</sub>-N함량보다 훨씬 많이 함유되어 있고 질소시용량이 7kg/10a에서 13kg/10a로 증가함에 따라 NH<sub>4</sub>-N함량은 엽육과 엽맥에서 감소되

Table 1. Chemical characteristics of experimental field soil.

Soil texture (U.S.D.A)	pH (1:5)	T-N (%)	O.M (%)	Ava-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exch - Cation (me/100g) C.E.C			
					K	Ca	Mg	me/100g
Silt Clay Loam	5.6	0.09	1.92	41	0.44	4.68	3.35	14.8

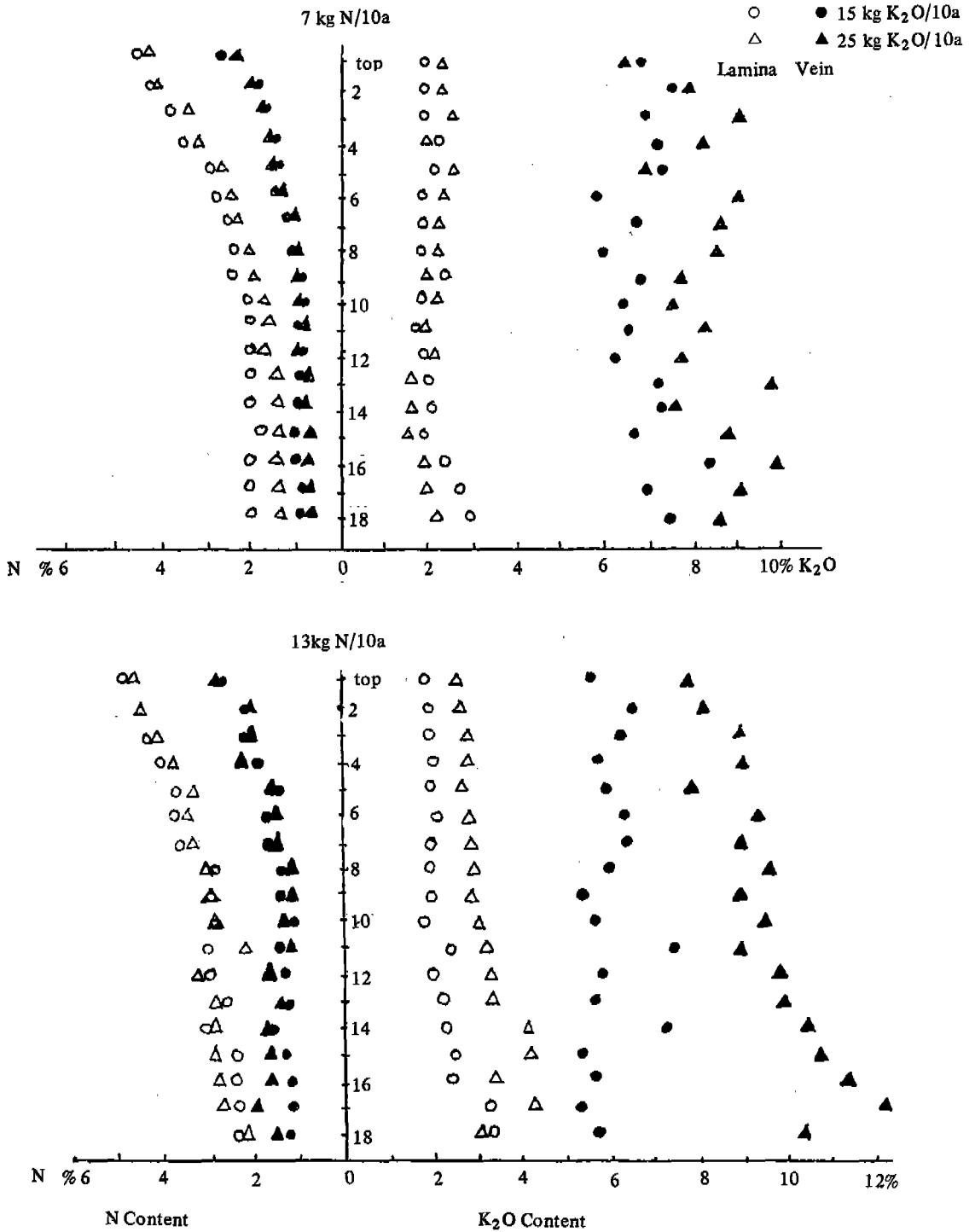


Fig. 1. The contents of N and K<sub>2</sub>O in leaves at stalk position according to different application level at 63th day after transplanting.

는 경향을 나타낸 반면,  $\text{NO}_3\text{-N}$  함량은 현저하게 증가되었다. 그리고 증가하는 정도는 엽육보다 엽맥에서 뚜렷하게 나타났다. 이와같은 엽중의 질소형태별 함량분포는 연초가 주로 흡수 이용하는 질소형태가  $\text{NO}_3\text{-N}$  라는 것을 알 수 있다.<sup>5)10)17)</sup> 또한 엽부위간의 함량분포에서 암모니아태질소의 경우는 엽육이나 엽맥간에 차이가 적은 반면 질산태질소는 엽맥부위가 엽육보다 월등하게 높은 함량을 나타냈는데 특히 질소를 13 kg/10a 시용한 경우에는 거의 10배 증가를 나타냈다. 질산태질소함량의 이러한 엽부위간 차이는 그림 1에 나타난 칼륨함량의 경우와 유사한 경향을 보여주었는데 이는 양이온인 칼륨과 음이온인 질산태질소가 서로 어느것이 먼저 흡수를 촉진시킨다고 분별하기 힘들 정도로 상대이온의 흡수를 촉진시킨다는 많은 연구결과들로<sup>5)6)11)13)16)17)</sup> 미루어 생각해보면 연초의 주요질소흡수 형태인 질

산태질소와 이에 동반된 칼륨이 양분의 이동조적인 체관부를 통하여 엽맥까지는 흡수가 원활한 것으로 생각되나 엽맥까지 이동된 질산태질소는 아미노화합물을 거쳐 유기태질소 화합물로 전환되어 엽육에 동화산물로 축적되는 반면에 동반흡수된 칼륨은 이동대사 작용의 이상으로 엽육으로 이동이 원활하지 못한 것으로 생각되었다. 또한 전질소함량은 엽육에 많고 질산태질소함량은 엽맥에 많이 분포되어 있는 점에서 상기와 같은 유추는 일맥상통하는 것으로 생각되었으나 엽맥에서 엽육으로의 칼륨전이작은 질산태질소의 동화작용에 관여하는 nitrate reductase의 활성등과 아울러 생화학적인 면으로 더 세밀하게 연구검토되어야하며 또한  $\text{NO}_3\text{-N}$ 와 K의 상호관계 뿐 아니라 양이온 총량과 음이온 총량의 이온균형면에 대해서도 또한 연구되어야 할 것으로 생각된다.

표 3에서 이식후 53일째에 줄기의 지체부(地

Table 2. The contents of  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  in leaves of different stalk position at 63th day after transplanting.

Application Level Fraction of N Fraction of Leaf	7-10-25* Kg/10a				13-10-25** Kg/10a			
	$\text{NO}_3\text{-N}$		$\text{NH}_4\text{-H}$		$\text{NO}_3\text{-N}$		$\text{NH}_4\text{-N}$	
	Lamina	Vein	Lamina	Vein	Lamina	Vein	Lamina	Vein
1st Leaves from top	136	--	--	ppm	204	3,313	97	76
3rd Leaves from top	139	363	119	--	194	2,613	86	66
5th Leaves from top	138	295	108	70	215	2,525	64	33
7th Leaves from top	144	290	84	43	285	3,688	57	31
9th Leaves from top	150	230	88	30	285	2,675	51	22

\*, \*\*:  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O Kg/10a}$

Table 3. The contents of  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  in stalk exudation at 53th day after transplanting.

Application Level (Kg/10a)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm)	Amount of exudate (ml/43hr/plant)
* 7 - 10 - 25	16	135	11.0
** 13 - 10 - 25	19	330	24.3

\*, \*\*:  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O Kg/10a}$

際部)를 절단하여 수집한 일비액중(溢液中)의 질소형태별 함량을 비교해볼때 질산태질소가 암모니아태질소보다 현저하게 높아서 앞에서 언급한 바와 같이 역시 연초의 질소흡수 형태는 주로 질산태질소라는 것을 뒷받침해 준다.

상기에서 언급한 바와같이 엽중 질소와 칼륨함량은 엽위와 엽부위간에 각각 상반되는 함량분포를 보였는데 줄기위치간에는 어떠한 관계를 나타내는지를 조사하여 그림 2에 나타냈다. 줄기

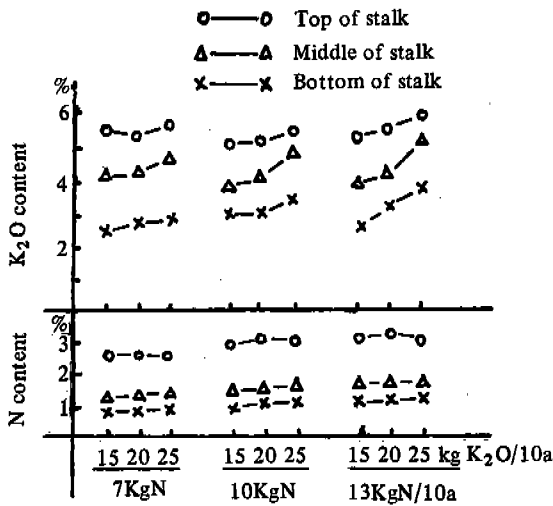


Fig. 2. The contents of N and K<sub>2</sub>O in stalk at 60th day after transplanting.

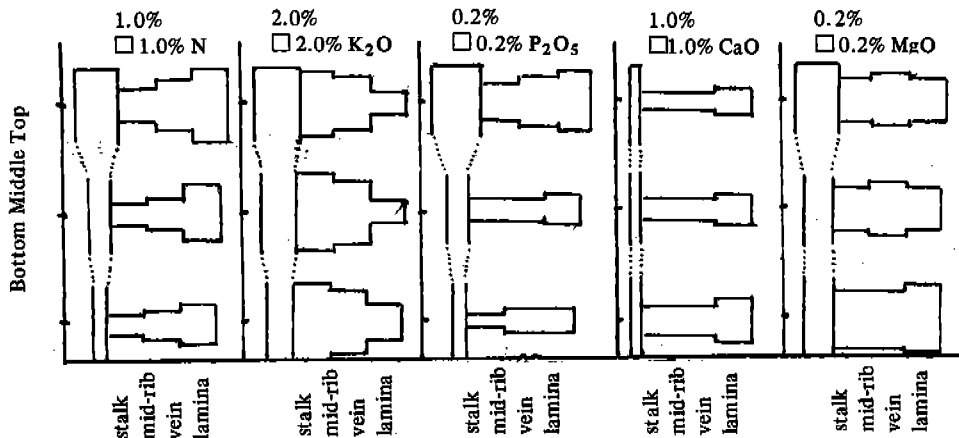


Fig. 3. The contents of inorganic components in different position of vegetative organ at 60th day after transplanting.

위치에 따른 질소함량은 엽위간의 경향과 마찬가지로 줄기의 하부에서 상부로 갈수록 증가되었으며 질소시용량이 많아짐에 따라 각각의 줄기위치에서 질소함량이 증가하는 경향을 보였다. 그러나 칼륨시비수준간에는 차이를 보이지 않았다. 반면 줄기위치에 따른 칼륨함량은 엽위치간의 칼륨함량분포와 상반되는 경향으로 줄기하부에서 상부로 갈수록 증가하여 질소의 줄기위치별 함량분포와 같은 경향이였다. 각각의 질소시비수준에서 칼륨시용량을 증가함에 따라 줄기의 칼륨함량은 증가되었으며 칼륨을 20kg/10a 이상 사용한 경우 질소를 많이 시용함에 따라 줄기하부뿐 아니라 중부와 상부에서도 다소 증가되는 경향으로 엽중칼륨함량의 경우와 마찬가지로 질소의 흡수에 따라 칼륨도 다소 흡수가 조장됨을 알 수 있다. 상기와 같은 줄기중의 질소와 칼륨함량의 분포로 미루어 뿌리에서 흡수된 칼륨은 줄기를 통하여 엽맥까지 이동기작이 원활한 것으로 생각되었다.

이식후 60 일째에 13-10-25 kg/10a 시비수준에서 연초의 각 기관 부위별 무기성분함량의 분포를 종합하여 그림 3에 나타냈다. 먼저 질소함량 분포는 줄기위치간에는 상부 > 중부 > 하부의 순으로, 엽위간에는 상엽 > 중엽 > 하엽, 엽부위간에는 엽육 > 지맥 > 주맥의 순으로 현저한 차이를 나타낸 반면 칼륨함량분포는 엽위 및 엽부위간에 질

소함량분포와 상반되는 경향으로 하엽 > 중엽 > 상엽, 주맥 > 지맥 > 엽육의 순으로 상엽의 엽육부위에서 질소와 칼륨의 불균형이 가장 큰것으로 나타났다.<sup>7)8)9)</sup> 그외 무기성분의 기관부위별 함량분포는 질소와 칼륨에서와 같이 현저한 차이를 나타내지 않았으나 인산함량은 질소함량에서와 같은 경향으로 줄기위치간에는 상부 > 중부 > 하부의 순으로 엽위간에는 상엽 > 중엽 > 하엽, 엽부위간에는 엽육 > 지맥 > 주맥 >의 순이었다. 그리고 석회 및 고토함량분포는 줄기와 엽부위간에는 질소와 인산함량분포와 같은 경향이었으나<sup>14)</sup> 엽위간에는 칼륨함량의 분포와 유사한 하엽 > 중엽 > 상엽의 순으로 나타났다.

## 결 론

황색증 잎담배의 칼륨결핍증상에 대하여 질소와 칼륨의 시비수준을 각각 7, 10, 13 kgN/10a 와 15, 20, 25 kg K<sub>2</sub>O/10a씩 3수준으로하여 연초기관부위별 질소와 칼륨함량의 상호관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

칼륨결핍증상이 출현되는 이식후 63일째에 착엽매수 18매의 전엽위에 대한 T-N, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N 및 K함량의 분포를 비교할 때 엽위별 T-N함량은 하엽에서 상엽으로 갈수록 증가한 반면 칼륨함량은 반대로 다소 감소하는 경향을 보였다. 질소를 증시함에 따라 T-N함량은 엽육과 엽맥모두 증가되었으나 칼륨시비수준이 증가함에 따라 칼륨함량은 엽육보다 엽맥에서 또한 상엽보다 하엽에서 증가하였다. 이와같은 결과는 상엽의 엽육에서 질소와 칼륨함량의 불균형을 가장 크게 하였으며 이러한 불균형은 칼륨시비량보다 질소시비량에 더 크게 영향을 받는것으로 나타났다. 엽부위별 T-N함량은 엽맥보다 엽육이 높았으나 K와 NO<sub>3</sub>-N함량은 반대로 엽육보다 엽맥에서 현저하게 많았다. 이와같은 결과로 미루어 칼륨의 흡수는 음이온인 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 같이 엽맥까지는 이동이 원활하나 동화물질의 축적장소인 엽육으로의 전이대사작용에 어떠한 저해를 받아 이동이 원활하지 못한것으로 생각되었다.

연초의 기관부위별 무기성분의 함량분포에서 T-N와 인산함량은 줄기하부에서 상부로, 하엽에서 상엽으로 그리고 엽맥에서 엽육으로 갈수록 높았으나 칼륨함량은 엽위 및 엽부위간에 T-N함량과 상반되는 경향을 보였다. 그리고 석회와 고토함량분포는 엽부위간에는 질소함량분포와 유사하였으나 엽위간에는 칼륨함량의 분포와 유사한 하엽 > 중엽 > 상엽의 순이었다.

## 참 고 문 헌

1. Anonymous, Methods manual 93 Series electrodes, p. 3-10. Orion Research Ins., Cambridge, Mass, U.S.A. (1979).
2. Banwart W.L., M.A. Tabatabai and J.M. Bremner, Soil Sci. and plant analysis, 3(6), p. 449-458 (1972).
3. 배길관, 충북대학교 대학원논문집 6집, 7~44 (1980).
4. Bear, F.E. and S.T. Toth, Soil Sci., 65, p. 69-75 (1948).
5. Blevins, D.G., A.J. Hiatt and R.H. Lowe, Plant physiol., 54, p. 82-87 (1974).
6. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and J.E. Leggett, Agronomy J., 70, p. 393-396 (1978).
7. 한국인삼연초연구소, 담배연구보고서 (경작분야 재배편), p. 309~322 (1981)
8. \_\_\_\_\_, 담배연구보고서 (경작분야 환경편), p. 121~141 (1982)
9. 홍순달, 이윤환, 김재정, 한국연초학회지, 4(1), 29-35 (1982)
10. 박윤택, 이종화, 유정은, 심상철, 한국농화학회 칼륨심포지움 p. 141~147 (1966)
11. McEvoy, E.T., Scientific Agriculture, 31(3), p. 85-92, (1951).

12. \_\_\_\_\_, *Can. J. Agr. Sci.*, 35, p. 294-299, (1955).
13. Minotti, P.L., D.C. Williams and W.A. Jackson, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 32, p. 692-697 (1968).
14. Mylonas, V.A., V.N. Atbanasiadis and I.G. Sidiropoulos, *Beitrage Zur Tabakforsch-ung International* 11(1), p. 43-47 (1981).
15. 농업기술연구소, 토양화학분석법 (1973)
16. 박훈, 한국토양비료학회지, 10 (3), p. 103 ~ 134 (1977)
17. 高橋達郎, 泰野たげこ試験場報告, Vol. 50, p. 1~96 (1961)